

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09171892
PUBLICATION DATE : 30-06-97

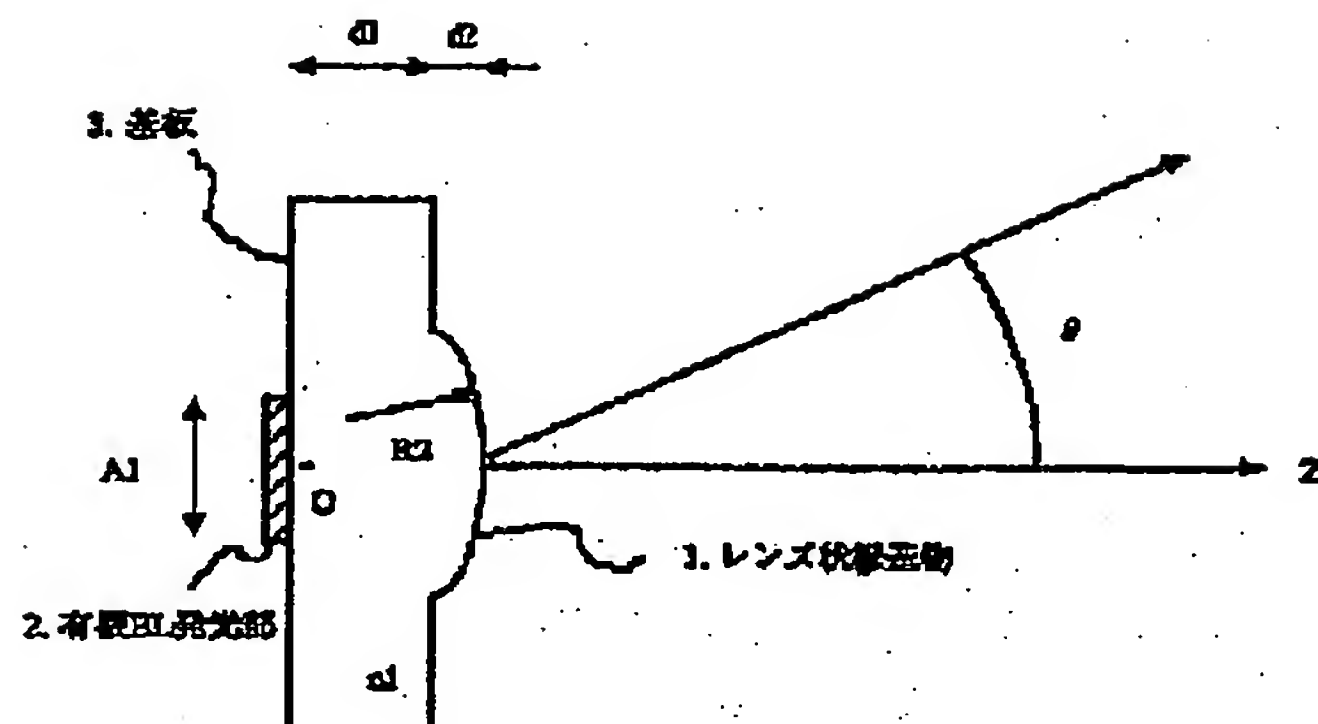
APPLICATION DATE : 19-12-95
APPLICATION NUMBER : 07330220

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : SUGIMOTO YOSHIMASA;

INT.CL. : H05B 33/00

TITLE : ORGANIC THIN FILM EL ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device with low power consumption by making the light emitting side of a base into lens structure, and setting the flat part thickness of the base, the lens part thickness, and the curvature radius to specified ratios.

SOLUTION: The diameter A1 of an organic EL light emitting part 2 is set to 1mm, the thickness d1 of a base flat part to 1.1mm, the thickness d2 of a base lens part to 0.4mm, the curvature radius R2 of the base surface lens to 4mm, and the output of the organic EL emitting part to 1mW. The light emitting side of a base 3 adjacent to such an organic EL emitting part 2 is made into lens structure, whereby the emitted light can be efficiently converged. Since the ratio in which the incident angle on the base surface becomes less than a critical angle is increased, the brightness is improved, even when seen from the angle other than the optical axis. Further, $d1+d2=1.5\text{mm}$ is set smaller than $R2=4\text{mm}$, whereby the field angle can be increased. The light emitting side of the base is made into lens structure, and $d1+d$ is set to $R2$ or less, whereby a device with low power consumption can be provided.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-171892

(43)公開日 平成9年(1997)6月30日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 5 B 33/00

識別記号 庁内整理番号

F I
H 0 5 B 33/00

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-330220

(22)出願日 平成7年(1995)12月19日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 川上 威

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 宇津木 功二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 高野 繁正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

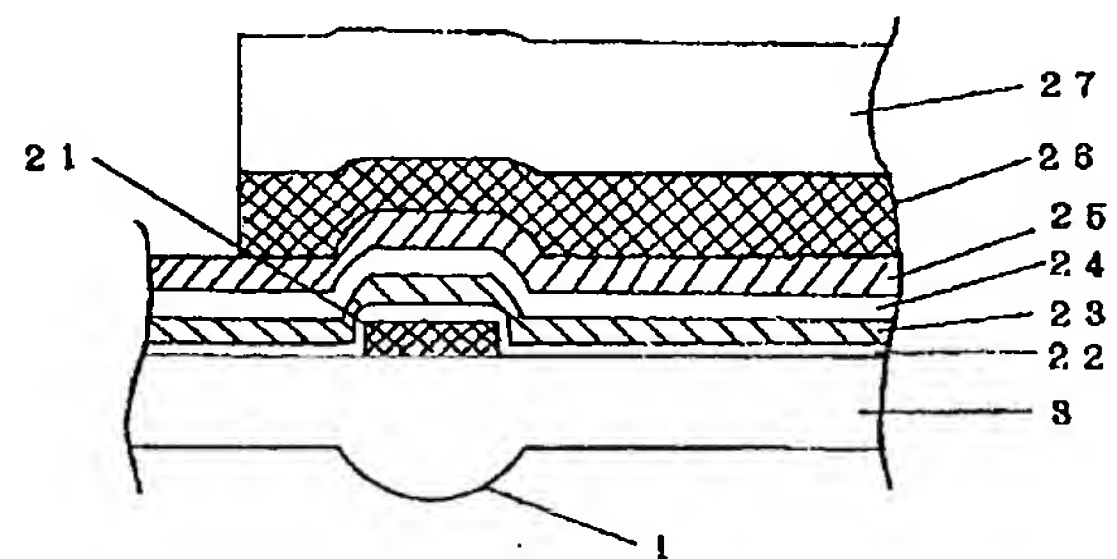
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機薄膜E L 素子

(57)【要約】

【課題】 簡単な構造で、高い光取り出し効率を達成する有機薄膜E L 素子を提供する。

【解決手段】 レンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする有機薄膜EL素子。

【請求項2】前記レンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項3】前記光透過部位が基板であり、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R_2 との間に、 $d_1 + d_2 \leq R_2$ が成り立つことを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項4】前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセグメントやドット表示等の光源に用いる有機薄膜EL素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】タンク(Tang)らによって報告された新しいタイプの有機薄膜EL素子(アプライド・フィジックス・レターズ(Applied Physics Letters)、51巻、913ページ、1987年)は、フラット基板、陽極、正孔輸送層、発光層、陰極によって構成されている。陽極としてはフラットなガラス基板に形成された酸化インジウム錫合金(ITO)、正孔輸送層は1, 1'-ビス(4-N, N'-ジトリルアミノフェニル)シクロヘキサン、発光層はトリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)及び陰極はマグネシウム-銀合金から形成されている。

【0003】タンクらの有機薄膜EL素子の発光動作原理を簡単に説明すると、まず陽極から正孔輸送層に注入された正孔が、発光層界面に向かって移動し、陰極からは電子が発光層に注入され発光層内を移動する。そして発光層内に注入された正孔と電子が発光層内で再結合し、励起状態を経て発光する。この時、有機薄膜EL素子の外部量子効率 η_{ext} はEL量子効率 η_{int} と光取り出し効率 η_{out} の積で示される。そしてEL量子効率 η_{int} は発光材料や素子構造に大きく依存し、また一方の光取り出し効率 η_{out} は基板や有機薄膜の光の屈折率に大きく依存することになる。

【0004】現在開発されている有機薄膜EL素子は基本的には、タンクらの報告した素子構成及び材料の概念を基に素子構成の改良をはじめ有機材料や電極等の改良が加えられ進展したものであるが、発光の強度を上げることを目的としたものとして、発光層にキナクリドン誘導体を微量添加することにより4.1%(photon/electron)の外部量子効率のEL素子を開発したもの(“有機半導体の実用化技術”サイエンスフォ

ラム, New Trigger Series、95-116頁(1993))が協本らにより報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一重項励起子の生成確率が最大でも40%であること以外に、有機薄膜内で発生→放射される光を有効に外部に取り出していないこと、すなわち光の取り出し効率が低いことに起因して、理論的に面状発光の有機薄膜ELの外部量子効率は最大でも約8%しか得られないことが報告されている(有機エレクトロニクス材料研究会(The Japanese Research Association for Organic Electronics Materials)WORKSHOP95、1~6頁、1995年)。

【0006】また光の取り出し効率が低い原因としては、次のようなことが考えられる。通常の有機薄膜EL素子では図6に示すように、フラット基板4の裏面に有機薄膜EL素子の発光部2が直接接続されている。この発光部2からの出力光は、フラット基板4の裏面から基板の中を透過して表面から取り出される。しかしながらこのような構造の有機薄膜EL素子においては、等方発光源である有機薄膜層からの光は、図6に示したように光取り出し側の基板面や透明電極表面への入射角が臨界角を越えてしまうと全反射されるため、基板から外部に取り出すことができない。例えば、有機EL発光部2の径を A_1 、基板の厚さを d_1 として、 A_1 が1mmでフラット基板4の厚さ d_1 が1.1mmのときには、光の取り出し効率はおよそ25%になってしまう。

【0007】このため、従来のような構成では有機薄膜EL素子からの光を有効に取り出せていない分、高輝度が要求される場合、更に高い電圧をかけなければならず消費電力の増加を招く結果となっていた。

【0008】本発明は有機薄膜EL素子の光の取り出し効率を上げることにより素子の外部量子効率を上げ、低消費電力で駆動させることができる有機薄膜EL素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の有機薄膜EL素子では光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする。またレンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする。

【0010】さらに光透過部位が、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R_2 との間に $d_1 + d_2 \leq R_2$ が成り立つことを特徴とする。また前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする。

【0011】本発明では、基板表面に有機EL発光部を形成してなる有機薄膜EL素子において、出力光を取り

出す透明基板又は透明電極の表面に極率半径を有するレンズ構造を設けている。このレンズ構造により、光軸以外の方向に放射された光が光軸方向に集光されるため、光軸方向から見た照度が向上することになる。また光源から等方に放射した光が見る基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増える、すなわち大きい立体角に放射された光を取り出すことができるので、光軸以外の方向から見た場合の照度も向上することになる。

【0012】さらにこのレンズ構造が有機薄膜EL素子の発光部の中央を中心とする曲率とすることでさらに光取り出し効率をあげることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0014】図1は本発明の第1の実施の形態における有機薄膜EL素子を示す断面図である。第1の実施の形態では有機薄膜EL素子の発光部2に接している基板3の光出射側がレンズ状構造を有している。ここで図では有機薄膜EL素子の有機EL発光部2のみを記しその他の構造は省略している。

【0015】第1の実施の形態では発光部に接する基板の光出射側をレンズ状構造とすることにより有機EL発光部2からの光を効率よく集光することができ、かつ、基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増えるので光軸以外の角度から見ても照度が向上する。

【0016】図2は有機EL発光部の出力を1mWとした場合に有機薄膜EL素子の発光部の中心から外部の θ 方向から見たときの光強度分布を示す図である。

【0017】図1に示した第1の実施の形態の実施例1の例を説明する。有機EL発光部2の径を A_1 、基板のフラット部分の厚さを d_1 、基板のレンズ部分の厚さを d_2 、基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 として、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 0.4\text{mm}$ 、 $R_2 = 4\text{mm}$ 、有機EL発光部の出力を1mWとした。このときの実施例1の光強度分布は、図2の2のような分布になり、照度の向上ならびに均一性が向上することが分かる。

【0018】ここで基板のフラット部分の厚さを d_1 及び基板のレンズ部分の厚さを d_2 と基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 を変えたときの光強度分布と視野角の関係を図5に示す。図中に実線で示された光強度分布は実施例1の有機薄膜EL素子、破線で示された光強度分布は $d_1 + d_2$ ($= 6.0\text{mm}$) $> R_2$ ($= 2.3\text{mm}$)としたものである。破線の例では若干の輝度の向上が見られるが、実施例1と比較して視野角が大きく減少してしまっている。したがって、視野角を大きくするためには $d_1 + d_2 \leq R_2$ とする必要がある。

【0019】次に図1に示した第1の実施の形態の実施例2の例を説明する。実施例2ではレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心としている。この場合

光の取り出し効率を50%まで引き上げることが可能となる。このときの有機薄膜EL素子は、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 1.2\text{mm}$ 、 $R_2 = 2.3\text{mm}$ とした。実施例2のときの有機EL発光部の出力を1mWとした場合の光強度分布を、図2の1に示す。この場合、同じ条件でフラット基板を用いた場合よりも約2倍の光取り出し効率を達成できる。

【0020】本発明の第1の実施の形態に用いた有機薄膜EL素子の断面構造を図3に示す。第1の実施の形態では図3に示すようにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。

【0021】以下に実施例3として第1の実施の形態における有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。はじめにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3はNC加工により切断した金型を作製し、これをレプリカとした成形によりレンズ構造を形成する。ガラス基板3の厚さ d_1 は0.3mmである。光の屈折率は1.5である。また曲率半径 $R_2 = 2.5\text{mm}$ 、レンズの厚さ $d_2 = 2.5\text{mm}$ である。

【0022】次にガラス基板3上のレンズ構造物1とは反対側にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $15\Omega/\square$ になるように製膜し、エッチングによって2mm幅の陽極21を形成した。その上に陽極界面層22として銅フタロシアニンをMBE法を用いて、 $7.0 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、5nm形成した。

【0023】次に正孔輸送層として、 α -NPDをMBE法を用いて $5.8 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、60nm形成した。次に発光層24として、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)とキナクリドンとをMBE法にてキナクリドンが発光層24の0.5mol%含有するようにMBE法にて別々の蒸発源(K-セル)からの同時蒸着によって $5.6 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、20nm形成した。

【0024】更に、電子輸送層25として、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)をMBE法によって $4.3 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、40nm形成した。尚、陽極界面層21～電子輸送層25までの有機薄膜は陽極21の端子取り出し部分以外の基板全面に形成した。

【0025】次に真空を破ることなく、ロードロック機構を用いてステンレス製のシャドーマスク上に有機膜の形成された基板3を設置し、陰極としてスカンジウムが1mol%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを別の蒸発源より蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3mol%を占めるように20nm形成した。

【0026】更に、陰極の保護層27としてスカンジウムが1mol%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス

中のRFスパッタ法により300nm形成した。このようにして、発光面積が2mm×2mmでレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心とした有機薄膜EL素子が完成する。

【0027】このように作製した実施例3の有機薄膜EL素子について定電流駆動させたときの光出力をパワーメーターを用いて測定した結果を図4に示す。縦軸が光出力(μW)、横軸が電流(μA)となっている。図中に実施例3の有機薄膜EL素子とフラット基板を用いた従来の有機薄膜EL素子との比較値を示す。ここで従来の有機薄膜EL素子はレンズ構造を持たないガラス基板(曲率半径 $R_2 = \infty$ 、 $d_1 = 0.3\text{mm}$)とした。

【0028】図から分かるように実施例3における電流-光出力特性は、従来の有機薄膜EL素子と比べて同じ電流において光出力が約2.6倍大きくなる。これは本発明の有機薄膜EL素子を用いることで、光の取り出し効率が約2.6倍向上することを示している。

【0029】またフラット部分の基板の厚さを変えた以外は実施例3と同様にレンズ構造を有する有機薄膜EL素子を作成し、電流-光出力特性同様の評価を行った。このとき実施例4として d_1 が0.8mmとしたときは従来の有機薄膜EL素子と比較して光出力が約2倍向上した。さらに実施例5として d_1 が1.3mmのときは光出力が約1.6倍向上するという結果となった。

【0030】以上、一つの有機薄膜EL素子の例について述べてきたが、有機薄膜EL素子を表示装置に適用するために有機薄膜EL素子をアレイ状とする場合には、有機薄膜EL素子の発光部の径 A_1 と素子のピッチ p に対して、下に記すような数1の関係が必要となる。

【0031】

【数1】

$$A_1 < 2 \sqrt{R_2^2 + (R_2 - d_2)^2} < p$$

【0032】本発明の有機薄膜EL素子を構成するレンズ構造を兼ね備えた光透過部位は基板、あるいはこれらに接するレンズ状構造物などがあげられる。また基板に設けるレンズ構造としては、低屈折率イオンを含む平板基板ガラスにパターニングを施し高屈折率イオン溶液塩中に浸漬させることにより選択的にイオン交換を行い形成する埋め込み型3次元分布屈折率レンズ、NC加工により切削した金型をレプリカとした成形により形成するガラスあるいはプラスチックレンズ、さらにはプラスチックレンズレットアレイ等がある。

【0033】本発明に適用されうる有機薄膜EL素子の有機薄膜層は特に限定されないが、発光層だけの単層構造のものや正孔輸送層、電子輸送層、陽極界面層、陰極界面層などを有するもの等あらゆる薄膜構造が適用可能である。また、発光層以外を形成する薄膜層としては、有機物質に限らず無機物質を用いた薄膜や有機物質と金属の混合体などの薄膜であっても有効である。

【0034】本発明の有機薄膜EL素子の有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0035】また、本発明においては、正孔輸送層の材料としては特に限定されないが、例えばトリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、スチルベン誘導体、アリアルアミン誘導体などを用いることができる。

【0036】更に、正孔輸送化合物を既知の高分子を媒体として、これに分散した層として用いることもできる。

【0037】前記高分子としては、正孔輸送性を極度に阻害しないものが望ましく、例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリカーボネート、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン系重合体、ポリシリレン系重合体、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフェニレンピレンなどが適用できる。

【0038】陽極界面層は安定な正孔注入を達成すべく導入するものであるが、有機薄膜層と陽極の密着性を保持する役目を担う必要がある。不必要に膜厚を大きくすることは、発光の駆動電圧を大きくしたり、薄膜表面に不均一発光を招く凹凸をもたらす可能性があり、前記陽極界面層は30nm以下の膜厚が望ましい。

【0039】本発明において適用できる陽極界面層は例えば“色素ハンドブック：講談社’86年”に記載されているスピロ化合物、アゾ化合物、キノン化合物、インジゴ化合物、ジフェニルメタン化合物、キナクリドン化合物、ポリメチン化合物、アクリジン化合物、ポルフィリン化合物等の結合多環系の色素が適用できる。

【0040】また、芳香族アミン等の“オーガニックセミコンダクターズ：フェルラックケミエ社’74年(ORGANIC SEMICONDUCTORS：VERLAG CHEMIE’74)”に記載されている低分子有機P型半導体も適用できる。

【0041】本発明において、有機薄膜EL素子の発光層材料は特に限定されず、公知の発光材料を適用できる。例えば、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体の金属錯体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ジスチリルアリアル誘導体、クマリン系誘導体、キナクリドン誘導体、ペリレン系誘導体、ポリメチン系誘導体、アントラセン誘導体、ポリビニルカルバゾールなどが挙げられる。発光層は単一成分でも他の発光材料をドーピングする系でも良い。

【0042】本発明においては必要に応じて電子輸送層を発光層と陰極の間に設けても良い。電子輸送材料は特に限定されるものではないが、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジフェ

ニルキノン誘導体などの適用が可能である。

【0043】有機薄膜EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。有機薄膜EL素子に用いる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NE SA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極材料としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましく、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム合金等を主成分とする金属が使用できる。尚、素子を酸素や湿気から守る目的で、金属酸化物、金属硫化物、金属沸化物、有機化合物から成る公知の封止材料等から形成される封止層を設けることも有効である。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明における有機薄膜EL素子の構造は光の取り出し効率が改善されるため、必要とする光出力を得るための電流が少なくて済み、低消費電力の有機薄膜ELデバイスが得られる。また本発明の有機薄膜EL素子を、セグメント表示やマトリクス型の有機薄膜ELディスプレイ等へ適用することで消費電力の少ない光表示あるいは光出力装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態1の有機薄膜EL素子を表す概念図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における実施例2の

有機薄膜EL素子の光強度分布を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の有機薄膜EL素子の断面図である。

【図4】本発明の実施例3～実施例5及び従来の有機薄膜EL素子の電流-光出力特性を示すグラフ図である。

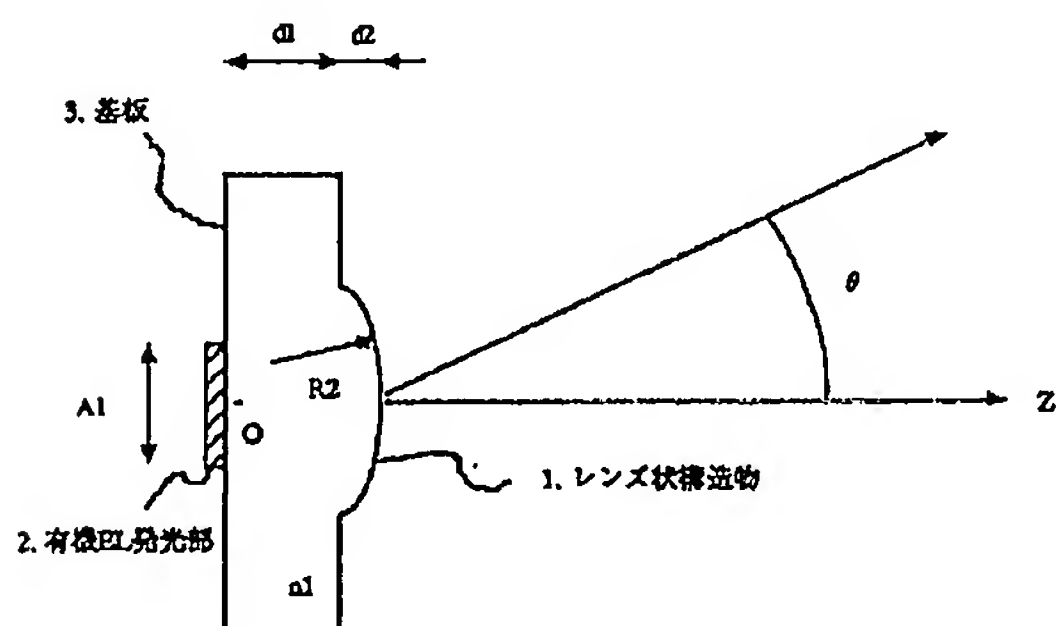
【図5】基板のフラット部分の厚さを d_1 及び基板のレンズ部分の厚さを d_2 と基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 を変えたときの光強度分布と視野角の関係を示す図である。

【図6】従来の有機薄膜EL素子を示す構造図である。

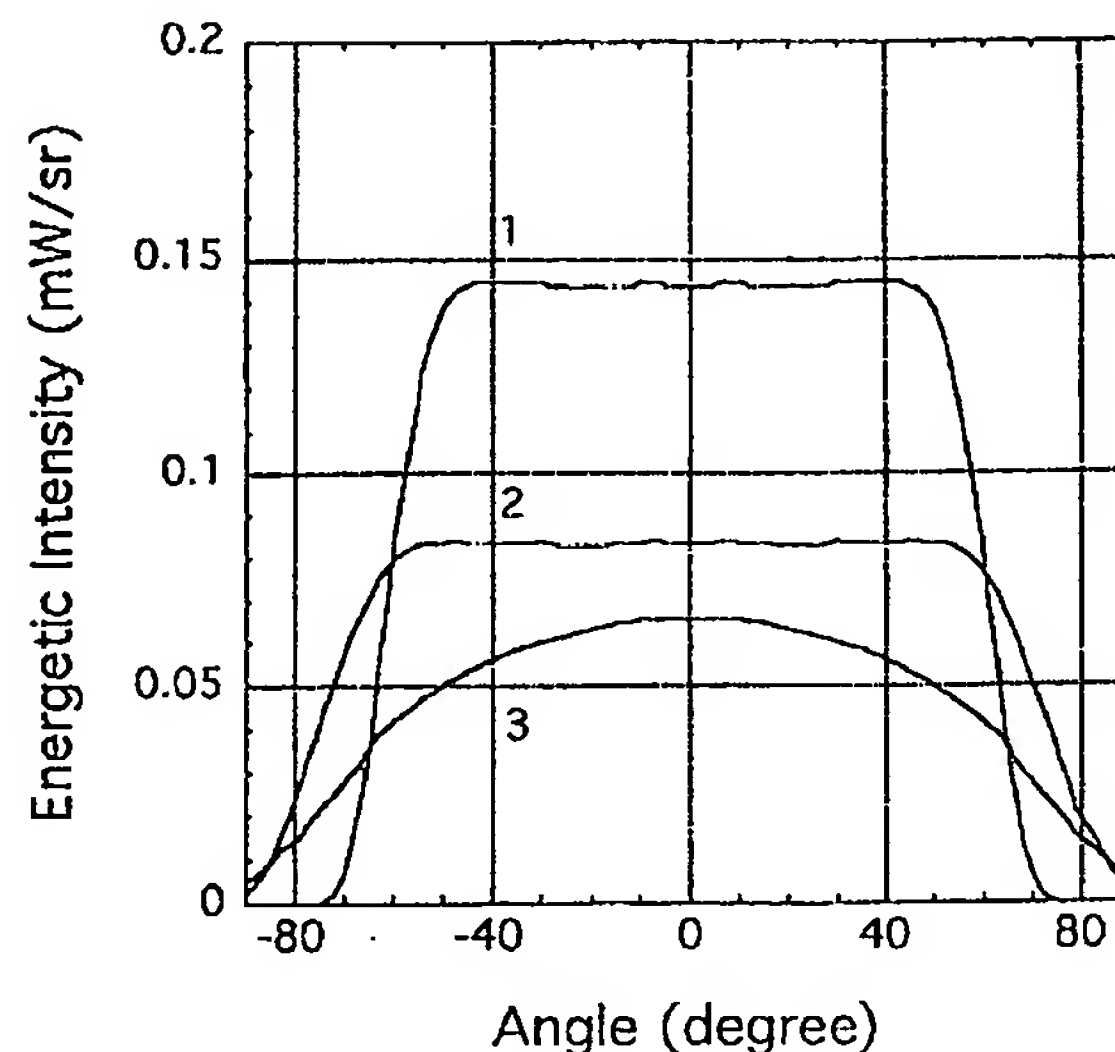
【符号の説明】

- 1 レンズ状構造物
- 2 有機EL発光部
- 3 基板
- 4 フラット基板
- A_1 有機EL発光部の径
- R_2 レンズ状構造物の曲率半径
- d_1 基板の厚さ
- d_2 レンズの厚さ
- θ 観測方向と光軸のなす角
- n_1 基板の屈折率
- 21 ITO透明電極
- 22 陽極界面層
- 23 正孔輸送層
- 24 発光層
- 25 電子輸送層
- 26 陰極
- 27 陰極保護層

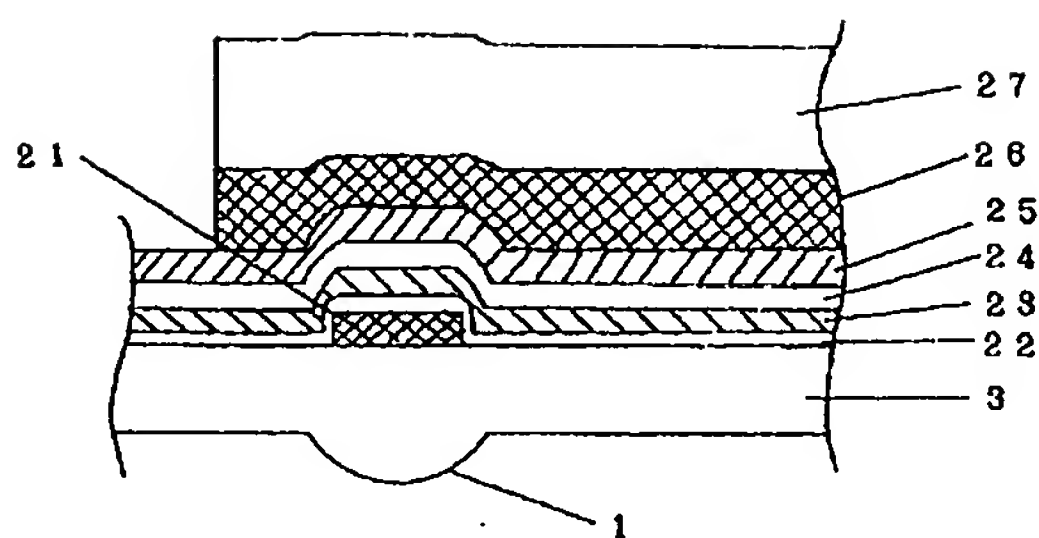
【図1】



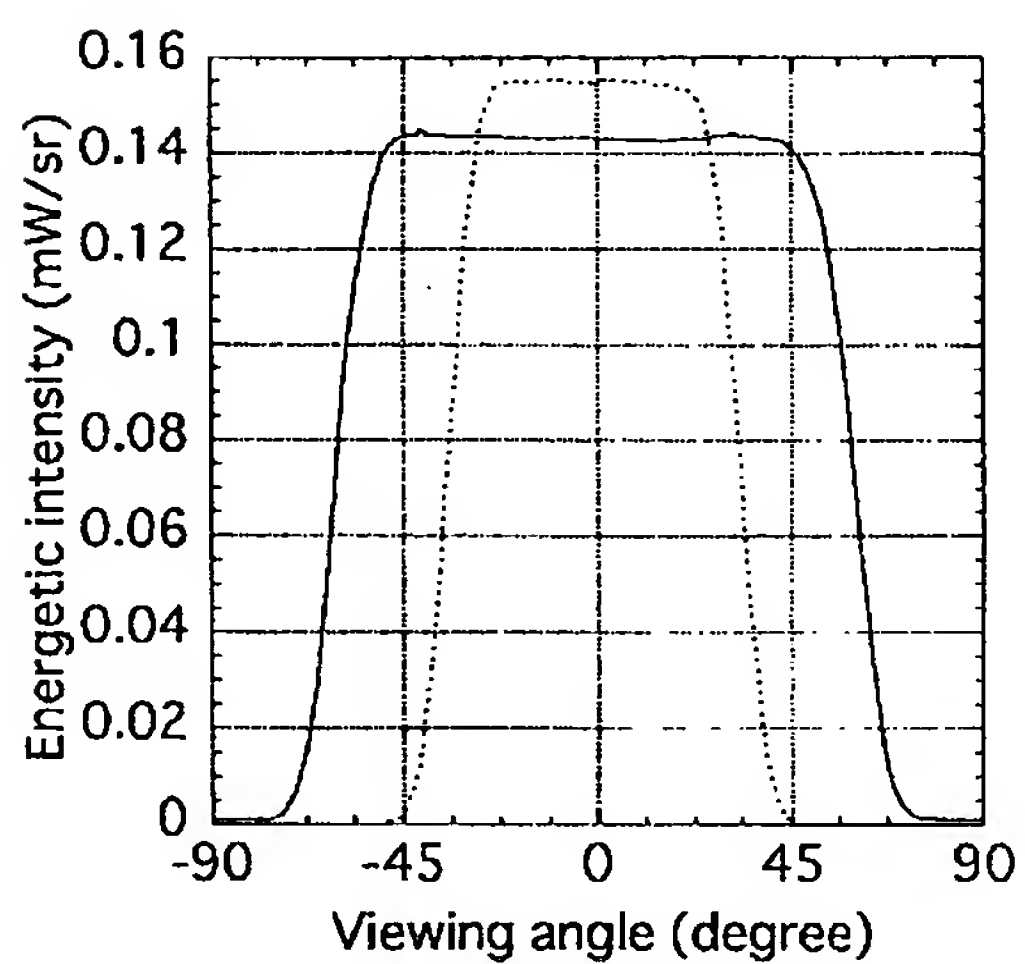
【図2】



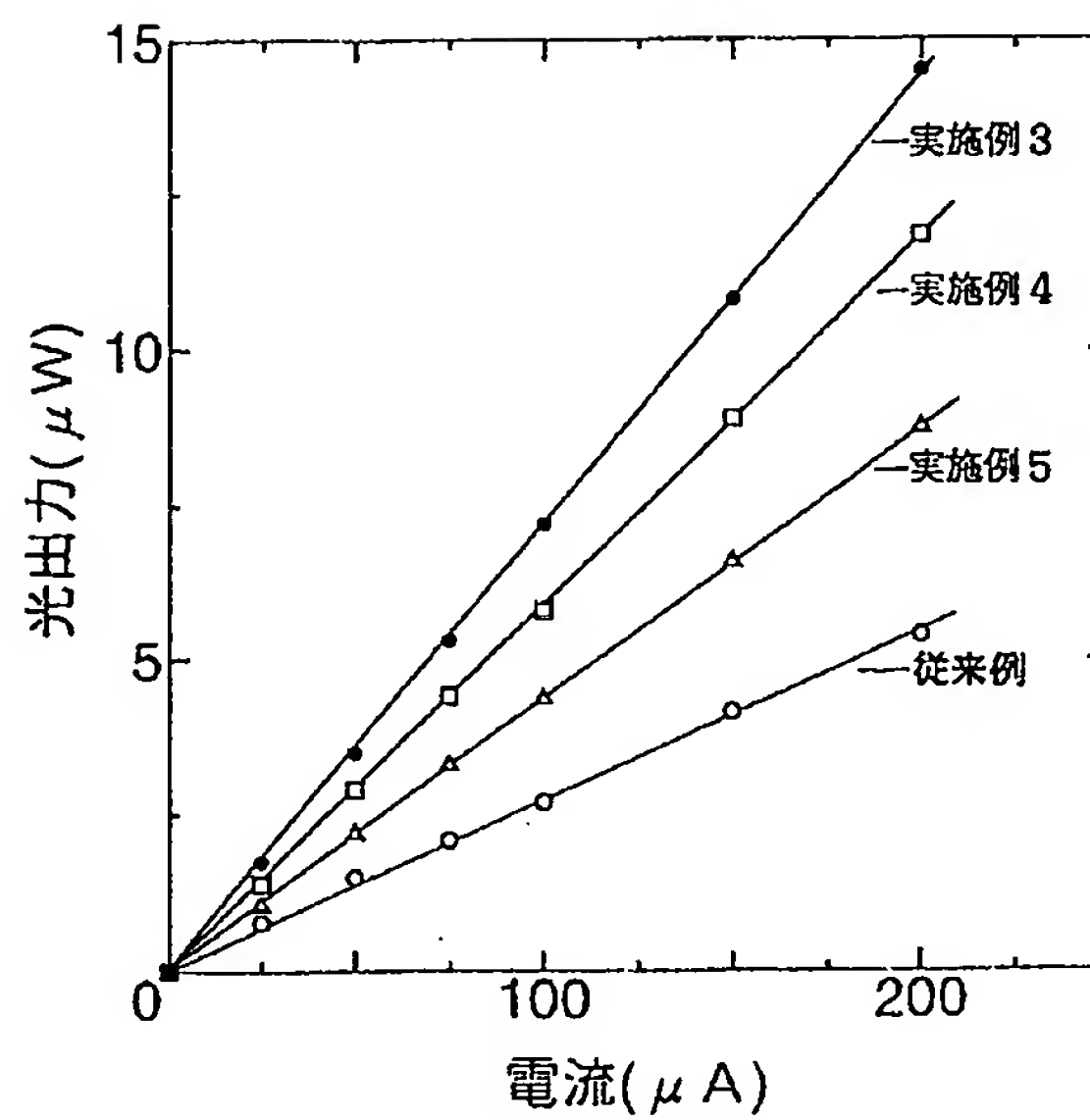
【図3】



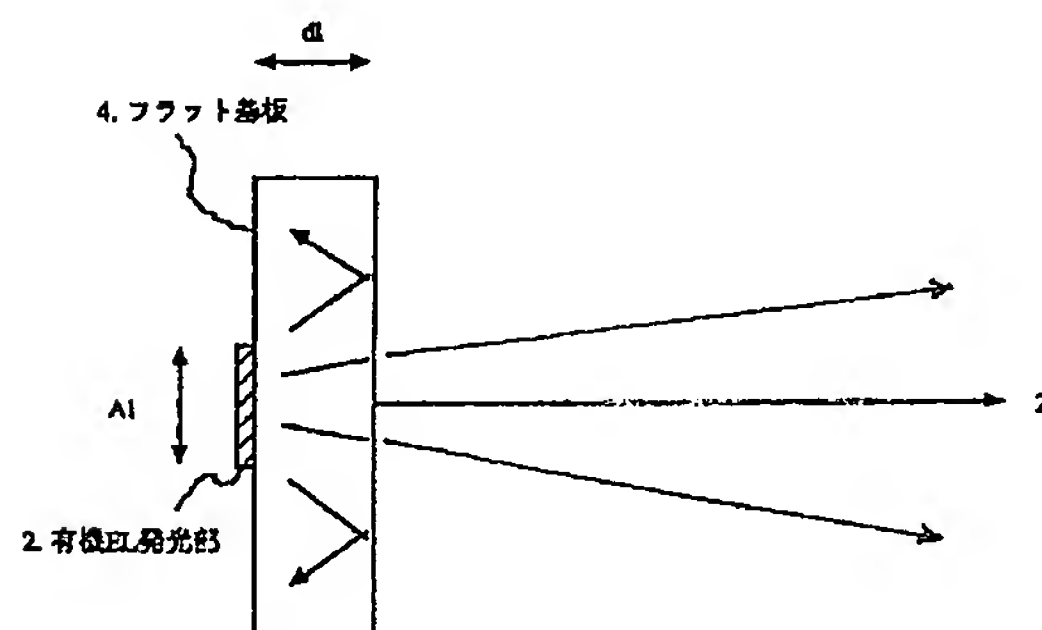
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 笠原 健一
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 杉本 喜正
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内